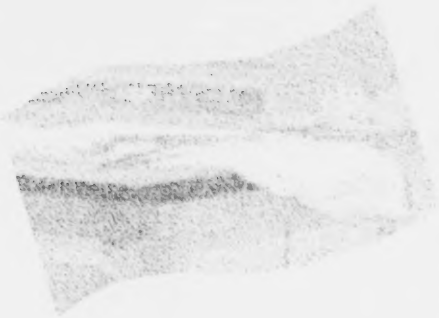
ÉTUDES ET RECHERCHES

Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde

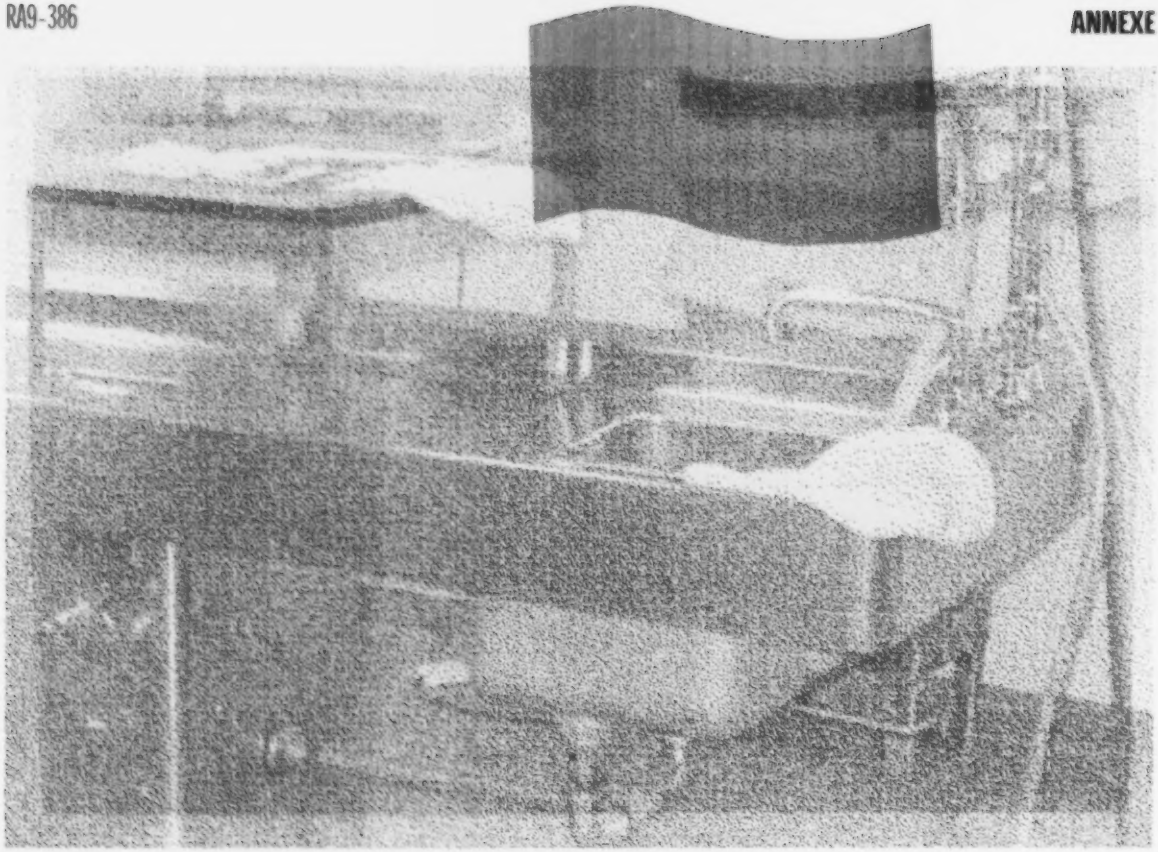
Industrie des services funéraires



Nicole Goyer
Denis Bégin
Michèle Bouchard
Sophie Buissonnet
Gaétan Carrier
Olivia Gely
Michel Gérin
Pierre Lefebvre
Nolwenn Noisel
Eddy Pellerin
Guy Perrault
Brigitte Roberge

RA9-386

ANNEXE



irsst

Solidement implanté au Québec depuis 1980, l'Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail (IRSST) est un organisme de recherche scientifique reconnu internationalement pour la qualité de ses travaux.

NOS RECHERCHES
travaillent pour vous !

MISSION

- Contribuer, par la recherche, à la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles ainsi qu'à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes.
- Offrir les services de laboratoires et l'expertise nécessaires à l'action du réseau public de prévention en santé et en sécurité du travail.
- Assurer la diffusion des connaissances, jouer un rôle de référence scientifique et d'expert.

Doté d'un conseil d'administration paritaire où siègent en nombre égal des représentants des employeurs et des travailleurs, l'IRSST est financé par la Commission de la santé et de la sécurité du travail.

POUR EN SAVOIR PLUS...

Visitez notre site Web ! Vous y trouverez une information complète et à jour. De plus, toutes les publications éditées par l'IRSST peuvent être téléchargées gratuitement.
www.irsst.qc.ca

Pour connaître l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par l'Institut et la CSST.
Abonnement : 1-877-221-7046

Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec
2004

IRSST - Direction des communications
505, boul. De Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : (514) 288-1551
Télécopieur : (514) 288-7636
publications@irsst.qc.ca
www.irsst.qc.ca

• Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et en sécurité du travail, novembre 2004

105-06320/

Impacts d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde

Industrie des services funéraires

ÉTUDES ET RECHERCHES

Nicole Goyer[1], Denis Begin[2], Michèle Bouchard[2], Sophie Buissonnet[1], Gaétan Carrier[2], Olivia Gely[3], Michel Gérin[2], Pierre Lefebvre[3], Nolwenn Noisel[2], Eddy Pellerin[1], Guy Perrault[1] et Brigitte Roberge[1]

[1]Hygiène du travail, IRSST
[2]Santé environnementale et santé au travail, Université de Montréal
[3]Sciences économiques, Université du Québec à Montréal

ANNEXE

Cliquez recherche
www.irsst.qc.ca

Cette publication est disponible
en version PDF
sur le site Web de l'IRSST.

Cette étude a été financée par l'IRSST. Les conclusions et recommandations sont celles des auteurs.

CONFORMÉMENT AUX POLITIQUES DE L'IRSST

Les résultats des travaux de recherche publiés dans ce document ont fait l'objet d'une évaluation par des pairs.

REMERCIEMENTS

Ce projet n'aurait pu être réalisé sans la collaboration de nombreuses personnes.

Nous remercions très sincèrement les gestionnaires et les thanatopracteurs pour leur accueil, la qualité de l'information fournie et leur participation active et efficace lors des mesures sur le terrain. De même, nos remerciements s'adressent aux différents experts qui ont permis de mieux comprendre la réalité québécoise dont le représentant de la Corporation des thanatologues du Québec, Monsieur Henri Gibeau.

LISTE DES ACRONYMES, SYMBOLES OU ABBRÉVIATIONS

CAEQ : classification des activités économiques du Québec

CLSC : Centre local de services communautaires

CRIQ : Centre de recherche industrielle du Québec

CSST : Commission de la santé et de la sécurité au travail du Québec

CTI : classification type des industries

IRSST : Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité du travail du Québec

mg /m^3 : milligramme par mètre cube d'air

OSHA : Occupational Safety and Health Administration

P : valeur d'exposition plafond

ppm = partie par million

SCIAN : système de classification des industries de l'Amérique du Nord

StatCan : Statistique Canada

VEA : valeur d'exposition admissible

VEMP : valeur d'exposition moyenne pondérée sur 8 heures

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS 1
LISTE DES ACRONYMES, SYMBOLES OU ABBRÉVIATIONS 1
1. CONTEXTE ET OBJECTIF DE LA RECHERCHE 4
2. DESCRIPTION DU SECTEUR 4
3. DESCRIPTION DES PROCÉDÉS 5
3.1 État général du corps : normal 6
3.2 État général du corps : difficile 8
3.3 Corps autopsiés 9
4. EXPOSITION DES TRAVAILLEURS : DONNÉES DE LITTÉRATURE 10
5. EXPOSITION DES TRAVAILLEURS : MESURES SUR LE TERRAIN PAR L'IRSST .. 12
6. EXPOSITION DES TRAVAILLEURS : AUTRES MESURES TERRAIN 14
7. MATRICES D'EXPOSITION 14
8. SOURCES D'EXPOSITION 16
9. CORRECTIFS ET PRÉVENTION 17
9.1 Substitution de produits ou utilisation de solutions moins concentrées 17
9.2 Organisation du travail 17
9.3 Ventilation générale 17
9.4 Ventilation locale 18
9.5 Équipements de protection individuelle (EPI) 18
10. IMPACTS SUR LA SANTÉ 19
10.1 Établissement de la relation entre l'exposition et les effets sur la santé 19
10.2 Application de la relation au secteur des services funéraires 21
11. IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES 23
11.1 Coûts potentiels 23
11.1.1 Substitution ou modification des procédés 23
11.1.2 Organisation du travail 23
11.1.3 Ventilation 23
11.1.4 Protection respiratoire 25
11.2 Avantages potentiels 27
11.3 Détermination d'un seuil d'impact majeur 27
12. CONCLUSIONS 30
13. RÉFÉRENCES 32

14. APPENDICE 1 : Estimation des coûts de ventilation 33

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Concentrations de formaldéhyde en thanatopraxie colligées par le CIRC 10

Tableau 2 : Concentrations de formaldéhyde en thanatopraxie rapportées dans la littérature 11

Tableau 3 : Mesures de l'exposition des thanatopracteurs au formaldéhyde 12

Tableau 4 : Distribution des travailleurs de thanatopraxie par plages d'exposition au formaldéhyde 15

Tableau 5 : Sources d'exposition au formaldéhyde 16

Tableau 6: Pourcentage moyen théorique de travailleurs susceptibles de présenter des effets irritatifs modérés ou sévères aux yeux, au nez et à la gorge selon leur exposition au formaldéhyde 19

Tableau 7 : Nombre théorique de travailleurs du secteur des services funéraires susceptibles de présenter des effets irritatifs en fonction de la concentration 21

Tableau 8: Résumé des coûts de ventilation (modification aux installations) requis pour se conformer à la valeur d'exposition moyenne pondérée 24

Tableau 9 : Résumé des coûts de modification aux installations pour se conformer à la valeur plafond 24

Tableau 10 : Coûts annuels d'opération et d'entretien des systèmes de ventilation 25

Tableau 11 : Évaluation des coûts d'abaissement de la valeur plafond reliés à l'utilisation des appareils de protection respiratoire 26

Tableau 12 : Coûts des modifications de la ventilation et du programme de protection respiratoire pour la thanatopraxie 28

Tableau 13 : Statistiques de l'industrie des services funéraires 28

1. CONTEXTE ET OBJECTIF DE LA RECHERCHE

Le comité paritaire 3.33.1 de la Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST), chargé de la révision de l'Annexe 1 du *Règlement sur la santé et la sécurité du travail*, procède aux modifications du règlement par l'établissement de consensus sur chacun des sujets discutés. Dans certains cas, les membres du comité souhaitent disposer d'une meilleure connaissance des impacts de leurs décisions sur la santé et la sécurité des travailleurs, sur la facilité ou la difficulté technique d'entériner ces modifications réglementaires ainsi que sur le contexte socio-économique des industries et des organismes québécois qui sont assujettis à ces modifications. L'abaissement de la valeur d'exposition admissible du formaldéhyde est un de ces cas. La CSST a donc demandé à l'IRSST d'évaluer l'impact socio-économique et sanitaire d'un tel abaissement.

Globalement, le projet vise à évaluer l'impact d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible (VEA) actuelle pour le formaldéhyde, de type plafond située à 2 ppm, vers une VEA plafond ou moyenne pondérée (VEMP) de 1, 0,75 ou 0,3 ppm. Cet objectif comprend une étude des impacts tant sanitaires que socio-économiques. La poursuite de l'objectif global a nécessité la rencontre de divers objectifs spécifiques tels que l'évaluation de l'exposition des travailleurs et l'élaboration de matrices établissement-exposition et emploi-exposition menant à l'évaluation des impacts. L'élaboration des matrices a consisté à élaborer, pour l'ensemble des situations potentielles d'exposition au formaldéhyde, une base de données reliant les caractéristiques professionnelles (secteur, profession, poste) aux procédés et aux données d'exposition disponibles. Cette base de données a servi aux experts à établir les profils quantitatifs d'exposition en fonction des effectifs sous la forme de la matrice secteurs d'activité économique/exposition, et à recueillir les données qualitatives requises pour les travaux des toxicologues et des économistes.

La considération des possibilités de substitution, de modifications de procédés et la description des postes de travail au sein de matrices établissement-exposition et emploi-exposition, ajoutent des éléments aux évaluations d'impacts socio-économique et sanitaire et tentent de dégager les paramètres de la maîtrise de l'exposition.

2. DESCRIPTION DU SECTEUR

Les services de thanatopraxie ont été choisis comme l'un des secteurs prioritaires (groupe 1) sur la base des travaux de l'organisme américain Occupational Safety and Health Administration (OSHA) effectués durant les années 80 pour réviser leur norme d'exposition professionnelle au formaldéhyde. La priorisation de ce secteur a été confirmée par l'étude préliminaire de l'actuelle équipe de recherche (1).

Selon la Classification des activités économiques du Québec de 1984 (CAEQ), les salons funéraires sont classés dans la catégorie 9731 (2). Cette classification établit une correspondance univoque avec le Système de classification des industries de l'Amérique du Nord de 1997 (SCIAN 81221) (3).

Le CAEQ 9731 définit l'industrie des salons funéraires comme étant les établissements dont l'activité principale consiste à préparer le mort pour les obsèques, l'inhumation ou la crémation et à offrir des services funéraires. Cette classe comprend :

- Coopératives funéraires
- Directeurs de funérailles (service)
- Location de matériel funéraire
- Pompes funèbres (service)
- Salons funéraires
- Thanatopraxie (service).

Selon le système de classification SCIAN 1997, l'industrie des services funéraires 8122 comprend les établissements dont l'activité principale consiste à préparer les personnes défuntes pour leur inhumation et à organiser les funérailles, à exploiter des lieux ou des installations que l'on réserve à l'inhumation des dépouilles ou des cadavres d'animaux et à fournir des services de crémation . Cela inclut :

- Salons funéraires (81221)
- Cimetières et crématoriums (81222).

3. DESCRIPTION DES PROCÉDÉS

La thanatopraxie est l'ensemble des techniques mises en œuvre pour la conservation et la présentation des corps. Elle est pratiquée dans le but de retarder le processus de décomposition naturelle du corps, de favoriser l'hygiène, de supprimer les odeurs et de conserver au corps autant que possible un aspect de vie réelle et apaisée (4, 5, 6a, 6b).

Le processus de décomposition est neutralisé par l'injection de solutions chimiques à base de formaldéhyde, agent conservateur, désinfectant et déshydratant. La thanatopraxie se fait en trois grandes étapes : la désinfection, la préservation et la restauration. Seules les deux premières étapes présentent des risques d'exposition au formaldéhyde et sont développées dans ce document. L'étape de la restauration concerne les soins esthétiques et l'habillement.

Lors d'une thanatopraxie, le corps est placé sur une table en acier inoxydable ou en porcelaine. Ces tables sont munies d'un système d'évacuation des liquides usés et d'un système pour régler la hauteur du plan de travail. La table de travail est légèrement inclinée, permettant l'évacuation continue des liquides résiduels. Historiquement, le drainage des fluides se faisait par les artères fémorales et le plan de travail était incliné de sorte que l'évacuation se faisait vers le bas du corps. Ainsi, l'écoulement s'effectuait sur une courte distance, minimisant les émanations de vapeurs et les risques d'éclaboussure. Aujourd'hui le drainage se fait au niveau de la carotide, mais le sens de

l'écoulement de l'évacuation est identique. L'exposition aux produits chimiques et aux agents biologiques se fait donc sur une plus grande surface (4, 7, 9).

Il existe des tables dotées d'un système de ventilation permettant l'aspiration des gaz nocifs (dont le formaldéhyde) ou nauséabonds au niveau du plan de travail. L'aspiration par le bas se fait par les évents de la table et est canalisée dans un conduit d'évacuation. Ce système d'aspiration à la source est considéré à la section 9.

Les solutions de conservation sont préparées à l'intérieur d'un appareil à injection. Il est composé d'une cuve pouvant recevoir 8 à 12 litres de solution reliée à une pompe à injection à pression variable. Le réservoir est doté d'un couvercle amovible, intentionnellement non étanche pour éviter les problèmes de pression. Une arrivée d'eau et un système de brassage assurent l'homogénéité des mélanges.

La concentration et la quantité de formaldéhyde utilisées lors d'une thanatopraxie dépendent essentiellement de l'état du corps à traiter. Pour des raisons d'éthique et de respect des thanatopracteurs, seules les grandes étapes d'une thanatopraxie concernant l'exposition au formaldéhyde sont abordées, avec un minimum de détails pour la compréhension du lecteur.

3.1 État général du corps : normal

Durée estimée d'une thanatopraxie : 1 à 1,5 heures

Durée estimée de l'utilisation de formaldéhyde : 10 à 35 minutes

a) Désinfection externe par lavage du corps (durée: 15 minutes).

Il est très rare que les désinfectants ou les savons utilisés contiennent du formaldéhyde car ils dessécheraient trop les muqueuses et feraient perdre l'aspect naturel de la peau.

b) Fermeture des yeux et de la bouche (durée : 15 minutes).

Il n'y a pas de formaldéhyde dans les produits utilisés, pour les mêmes problèmes de déshydratation cités précédemment.

c) Injection des solutions de fluides artériels : (durée : 5 à 20 minutes)

- L'incision : la peau est incisée afin de permettre le raccord de la carotide avec le tube de l'appareil à injection. D'autres artères (fémorales, axillaires…) peuvent être sollicitées dans certaines conditions. Le drainage se fait généralement par la veine jugulaire droite

À partir de cette étape, le réservoir de l'appareil à injection est régulièrement ouvert pour permettre les préparations successives des solutions diluées; entre chaque étape, il doit être maintenu fermé.

- La préinjection : elle prépare et nettoie les vaisseaux, surtout au niveau capillaire, à recevoir la solution conservatrice. Cette substance neutralise le pH, est anticoagulante et permet d'augmenter la vitesse de pénétration tissulaire des produits de conservation contenus dans les solutions artérielles. La préinjection ne contient jamais de formaldéhyde. Historiquement, les fluides de préinjection étaient préparées avec des solutions artérielles contenant du formaldéhyde que l'on diluait. Cette pratique ne devrait plus exister à l'heure actuelle

- L'injection artérielle : elle permet la fixation des tissus proprement dite. Le choix du fluide artériel, de la dilution à apporter et de la pression du flux d'injection sont autant de facteurs à déterminer par le thanatopracteur pour l'obtention d'un bon résultat

  → concentration du fluide artériel : index de 15 à 32 % (non dilué) ; de 1,25 à 1,75% une fois dilué. Le thanatopracteur pratique généralement une gradation dans l'utilisation de ces solutions, de la moins concentrée à la plus concentrée, pour un meilleur résultat.

  → volume utilisé : 1/2 litre pur ; 8 litres en moyenne quand la dilution est terminée.

d) Traitement local des organes des cavités thoraciques et abdominales (durée : 5 à 15 minutes).

Quatre-vingt-quinze pour cent des éléments favorisant la dégradation tissulaire se situent dans ces cavités. Pour éliminer les liquides des viscères dans les cavités abdominale et péritonéale, le thanatopracteur pratique une petite incision près du nombril. Le drainage s'effectue avec un trocart par aspiration. Pour compenser la mauvaise aspiration des solides, la teneur en formaldéhyde du fluide à cavité est plus élevée. Cette solution ne subit aucune dilution et est introduite par le trocart par simple effet de la gravité.

→ concentration en formaldéhyde du fluide à cavité: 20 à 25%

→ volume utilisé : 1/2 à 1 litre du produit non dilué

e) Fermeture des incisions (durée : 10 à 15 minutes)

Les incisions sont nettoyées avec des désinfectants puissants ne contenant généralement pas de formaldéhyde.

f) Seconde désinfection complète du corps (durée : quelques minutes).

g) Traitement particulier des zones à risque (durée : quelques minutes)

Pour les zones n'ayant pas été irriguées par les fluides (par exemple une plaie), le thanatopracteur applique localement de la gelée ou de la poudre pour les désinfecter et les déshydrater.

- ➔ concentration en formaldéhyde de la gelée ou de la poudre : 1 à 7%
- ➔ volume utilisé : petite quantité, en général.

h) Habillement - soins cosmétiques.

3.2 État général du corps : difficile

Durée estimée d'une thanatopraxie : 2 à 3 heures

Durée estimée de l'utilisation de formaldéhyde : 10 à 35 minutes

On parle de cas difficiles quand le corps du défunt présente beaucoup d'œdèmes ou des problèmes rénaux (ex : urémie) ou que le délai entre la survenue de la mort et la thanatopraxie est important. Plus le temps est long entre le moment du décès et le début de la thanatopraxie, plus celle-ci sera difficile. Il faut noter qu'il est illégal en vertu du règlement d'application de la Loi sur la protection de la santé publique (P-35, L-0.2, r.1) de conserver un corps plus de 24 heures après son décès sans le réfrigérer ou effectuer une thanatopraxie.

Pour les cas difficiles, les étapes sont les mêmes que celles des cas normaux. Seuls les fluides artériels et à cavité diffèrent en concentration et en volume. Il n'y a pas de préinjection préparatoire car le drainage est limité, mais une co-injection est effectuée avec la solution artérielle. Les produits utilisés pour les co-injections ne contiennent pas de formaldéhyde.

- ➔ durée de l'opération : 5 à 20 minutes
- ➔ concentration en formaldéhyde du fluide artériel : 25 à 32 % (non dilué) ; de 2 à 8% une fois dilué
- ➔ volume utilisé :1/2 à 1 litre pur (dilué avec les produits chimiques de co-injection)

Le traitement local des organes des cavités se fait avec des fluides et non avec des poudres comme nous le verrons pour les cas autopsiés.

- ➔ durée de l'opération : 5 à 15 minutes
- ➔ concentration en formaldéhyde du fluide à cavité : 25 à 32%
- ➔ volume utilisé : 1 litre de produit non dilué

En résumé, la durée d'exposition au formaldéhyde est en moyenne semblable à celle de la thanatopraxie d'un cas simple, mais les solutions utilisées sont plus concentrées.

Note : On met à part les cas particuliers de décompositions sévères qui ne sont pas thanatopraxiés. Le corps est lavé quand cela est possible, les cavités sont drainées et traitées avec un litre en moyenne de solution à cavité, ensuite le corps est déposé dans une housse en plastique et recouvert de poudre à forte concentration en paraformaldéhyde. Enfin, le sac est scellé. La durée de l'opération varie de 10 à 15 minutes ; ces cas sont excessivement rares.

3.3 Corps autopsiés

Durée estimée d'une thanatopraxie : 3 heures

Durée estimée de l'utilisation de formaldéhyde : 90 à 120 minutes

Les corps autopsiés nécessitent des étapes supplémentaires. Les vaisseaux sanguins sont sectionnés par endroits pour permettre les divers prélèvements (y compris les dons d'organes) et les analyses. La segmentation des vaisseaux oblige le thanatopracteur à injecter les fluides de conservation membre par membre. Les liquides injectés reviennent dans le tronc, et comme les cavités sont ouvertes, la durée et l'importance de l'exposition moyenne du thanatopracteur sont augmentées.

- ➔ durée de l'opération : 75 à 90 minutes
- ➔ concentration en formaldéhyde du fluide artériel : toutes les concentrations peuvent être utilisées car le corps est traité membre par membre, mais après dilution, elles sont de l'ordre de 1,5 à 2,5%
- ➔ volume utilisé : 2 à 5 litres

Les viscères examinés sont traités avec des solutions concentrées de formaldéhyde (environ 1 litre) pour en saturer les tissus et sont replacés dans les cavités. A ce moment là, le thanatopracteur peut être exposé à de fortes concentrations de formaldéhyde. A ce jour, les viscères sont généralement enfermés dans un sac plastique, ce qui limite les émissions de formaldéhyde.

Pour diverses raisons, incluant les dons, les hôpitaux gardent parfois certains organes. Le thanatopracteur doit donc combler l'espace laissé avec de la ouate ou de la poudre à base de fibres végétales et de paraformaldéhyde de concentration élevée.

- ➔ durée de l'opération : 15 minutes pour la cavité abdominale; 15 minutes supplémentaires s'il y a autopsie de la tête. La fermeture des incisions peut faire varier ce temps.

- ➔ concentration en formaldéhyde des fluides à organes : 25% non dilué
- ➔ concentration en formaldéhyde des poudres à cavité : élevée, mais en paraformaldéhyde.
- ➔ quantité utilisée : de l'ordre de quelques kilos pour les poudres pures ou pour celles mélangées avec des fibres végétales (maïs ou sciure de bois).

En résumé, un corps autopsié nécessite une plus grande quantité de produits à plus forte concentration de formaldéhyde et conduit à une exposition de plus longue durée.

4. EXPOSITION DES TRAVAILLEURS : DONNÉES DE LITTÉRATURE

Les données colligées par le CIRC (Centre international de recherches sur le cancer) jusqu'à 1995, sont résumées au tableau 1 (11).

Tableau 1 : Concentrations de formaldéhyde en thanatopraxie colligées par le CIRC

Description	n[1]	Moyenne ppm [mg/m^3]	Fourchette ppm [mg/m^3]	Références
6 salons funéraires (USA)	nr	0,7 [0,9]	0,09-5,3 [0,1-6,5]	Kerfoot &Mooney (1975) (12)
23 morgues (USA), TWA	nr	1,1 [1,4] 0,16 [0,2]	0,03-3,15 [0,04-3,9] 0,01-0,49 [0,01-0,6]	Moore & Ogrodnik (1984) (13)
7 salons funéraires Corps intacts(ZR) Autopsie(ZR)	 8 15	 0,3 [0,4] 0,9 [1,1]	 0,18-0,3 [0,2-0,4] 2,1 [0-2,6]	Williams et al. (1984) (14)
Thanatopraxie (USA) Zone respiratoire Ambiance 1 Ambiance 2	 25 25 25	 2,58 [3,2] 2,03 [3,0] 2,16 [2,7]	 0,31-8,72 [0,4-10,7] 0,23-7,52 [0,3-9,2] 0,28-8,15 [0,3-10,0]	Stewart et al. (1992) (15)
Thanatopraxie (Canada) Corps intacts (ZR) Autopsie(ZR) Ambiance	 24 24 72	 0,6 [0,8] 0,6 [0,8] 0,5 [0,6]	 0,10-4,57 [0,12-5,64] 0,09-3,35 [0,11-4,13] 0,04-6,79 [0,05-8,37]	Korczynski (1994) (16)

[1]n : nombre de résultats; nr = non rapporté; ZR = zone respiratoire; **en gras** = valeur d'exposition moyenne pondérée sur huit heures.

À ces résultats, sont ajoutées d'autres données provenant de la littérature et résumées au tableau 2.

Tableau 2 : Concentrations de formaldéhyde en thanatopraxie rapportées dans la littérature

Description	n[1]	Moyenne ppm (écart-type)	Fourchette (ppm)	Références
École de thanatopraxie (avec système de ventilation) (USA)				Gressel & Hughes (1992) (17)
Zone respiratoire	31	0,60 (0,41)	nr	
Ambiance (embaumement)	16	0,24 (0,14)	nr	
Ambiance (couloir)	16	0,21 (0,12)	nr	
Ambiance (bureau)	16	0,18 (0,07)	nr	
Salons funéraires (22 thanatopraxies, Canada)		0,36 (0,19)	nr	Holness & Nethercott (1989) (19)
Morgues militaires, embaumement, amélioration de la ventilation				Hiipakka, Dyrdahl & Cardenas (2001) (9)
Avant	6	**1,80 (0,64)**	**1,32-2,86**	
Après	6	**0,33 (0,22)**	**0,15-0,76**	

[1]n : nombre de résultats; nr = non rapporté; ZR = zone respiratoire; **en gras** = valeur d'exposition moyenne pondérée sur huit heures.

La plupart de ces données situent les travailleurs en thanatopraxie entre 0,3 et 0,75 ppm pour une exposition de 8 heures.

5. EXPOSITION DES TRAVAILLEURS : MESURES SUR LE TERRAIN PAR L'IRSST

Dans le but d'établir un portrait de l'exposition actuelle des populations de travailleurs exposés ou susceptibles d'être exposés au formaldéhyde dans le secteur québécois de la thanatopraxie, des mesures ont été prises dans 4 établissements par une équipe de l'IRSST. Ces mesures reflètent les activités et les conditions d'opération existantes au moment de l'intervention.

Selon la classification type des professions, il y a deux catégories de travailleurs dans les services funéraires soit les thanatologues (ou directeurs de funérailles) et les thanatopracteurs (embaumeurs). À ceux-ci s'ajoutent les commis responsables du transport des dépouilles. Seuls les thanatopracteurs ont été évalués. L'évaluation de leur exposition au formaldéhyde a été faite par la mesure de celui-ci dans leur zone respiratoire pendant les étapes d'une thanatopraxie susceptibles de libérer du formaldéhyde dans l'air, excluant le maquillage et l'habillement. Pour l'évaluation des valeurs d'exposition moyenne pondérée sur 8 heures, des prélèvements ont été faits sur des tubes adsorbants imprégnés alors que pour les mesures instantanées, des lectures ont été prises à l'aide d'un analyseur infrarouge suivant les méthodes standard de l'IRSST (20-21).

Trente-trois prélèvements sur tubes ont été faits en zone respiratoire de 13 thanatopracteurs dans quatre salons funéraires dont deux à table unique. Vingt-trois prélèvements sur tubes ont été faits à des postes fixes de travail jugés représentatifs de l'exposition des travailleurs y oeuvrant, pendant la réalisation de tâches spécifiques ou près de sources d'émission où les travailleurs peuvent être appelés à œuvrer dans le cadre de leur travail. Cinq heures d'enregistrement de données ponctuelles d'une minute ont été prises aux postes de travail et aux sources d'émission. Le tableau 3 présente pour chacun des thanatopracteurs, les caractéristiques des entreprises, les résultats bruts des échantillonnages, la valeur moyenne pondérée sur 8 heures (VEMP) résultante calculée en tenant compte du travail normalement effectué, la valeur maximale obtenue et une indication de la tâche effectuée. Sauf indication contraire, les valeurs sont celles mesurées en zone respiratoire pour les VEMP; les valeurs maximales ont été obtenues en air ambiant au poste de travail. Il est à noter que ces valeurs d'exposition ne tiennent pas compte du port de protection respiratoire par les travailleurs ni des procédures de sécurité mises en place par les entreprises.

Tableau 3 : Mesures de l'exposition des thanatopracteurs au formaldéhyde

Thanatopracteur (salle)	Caractéristiques		Concentration (ppm)			Remarque
	Nombre tables en fonction	Ventilation[1]	Valeur brute[2] (min)	VEMP[3]	Valeur maximale[4]	
# 1 (4)	1	G ; M	0,81 (121)	0,28	2,6	Problème d'obstruction
	4		0,34 (91)	0,14		Cas simple
	3		0,35 (97)	0,14		Cas simple
# 2 (4)	2	G ; M	0,16 (61)	0,15	0,6	Cas simple

Thanatopracteur (salle)	Caractéristiques		Concentration (ppm)			Remarque
	Nombre tables en fonction	Ventilation[1]	Valeur brute[2] (min)	VEMP[3]	Valeur maximale[4]	
	2		0,25 (69)			Cas simple
	3		0,25 (61)			Cas simple
	2		0,22 (101)	0,16		Cas simple
	2		0,25 (104)			Cas simple
# 3 (4)	2	G ; M	0,45 (76)	0,21	1,8	Cas simple
	3		0,43 (81)			Cas simple
# 4 (4)	2	G ; M	0,38 (73)	0,21	1,9	Cas simple
	3		0,59 (79)			Cas simple
	2		1,19 (77)	0,27		Cas difficile
# 5 (4)	2	G ; M	0,25 (87)	0,11	0,6	Cas simple
# 6 (4)	1	G ; M	0,25 (82)	0,15	0,6	Cas simple
	1		0,41 (64)			Cas simple
# 7 (3)	2	G ; M	0,50 (64)	0,33	2,2	Cas d'autopsie
	1		1,31 (69)			Cas de putréfaction; 2 thanatologues
# 8 (3)	2	G ; M	0,65 (58)	0,31	2,2	Cas d'oedème
	1		1,07 (71)			Cas de putréfaction; 2 thanatologues
	2		0,33 (53)	0,24		Cas simple
	2		0,81 (81)			Cas difficile
# 9 (3)	1	G ; M	0,67 (59)	0,16	3,7	Cas simple
	2		0,39 (58)	0,36		Cas simple
	2		1,48 (76)			Cas d'autopsie
	1		0,16 (44)			Cas simple
	2		0,42 (147)	0,18		Cas simple
# 10 (3)	1	G ; M	0,16 (151)	0,18	0,4	Cas simple
	2		0,54 (77)			Cas simple
# 11 (3)	2	G ; M	0,16 (138)	0,17	0,4	Cas simple
	2		0,47 (84)			Cas simple
# 12 (2)	1	E	0,56 (90)	0,18	1,1	Cas simple
# 13 (1)	1	E	0,50 (77)	0,16	0,8	Cas simple
Salle de repos			0,08 à 0,10			

[1] G = générale ; M = mécanique ; E = extraction seulement

[2] Il s'agit de la valeur mesurée pendant la réalisation de la tâche. La durée du prélèvement est indiquée entre parenthèses

[3] Il s'agit de la valeur moyenne pondérée sur 8 heures calculée selon le Règlement sur la santé et la sécurité du travail du Québec. Une exposition égale à 0,1 ppm a été utilisée pour les périodes entre les thanatopraxies; cette valeur correspond à la concentration de base mesurée dans les salles de thanatopraxie et de repos

[4] Il s'agit de la valeur maximale mesurée soit par l'instrument à lecture directe soit par l'échantillonnage sur tubes à des sources d'émission. Cette valeur est considérée comme valeur plafond d'exposition.

6. EXPOSITION DES TRAVAILLEURS : AUTRES MESURES TERRAIN

Aucune autre mesure d'exposition de travailleurs d'entreprises funéraires n'a été recueillie.

7. MATRICES D'EXPOSITION

Les données recueillies sur le terrain étant comparables à celles rapportées dans la littérature, elles ont été utilisées pour élaborer les matrices d'exposition. Celles-ci ont été construites à partir des concentrations mesurées, de la description des tâches fournis par les établissements et des données sur les entreprises funéraires.

Les hypothèses suivantes ont été utilisées pour bâtir la matrice d'exposition sur 8 heures :

- Pour les thanatopracteurs, les concentrations moyennes pondérées sur 8 heures ont varié de 0,14 à 0,36 ppm. Les concentrations supérieures à 0,3 ppm ont été obtenues lorsque des cas difficiles étaient traités. Puisque tous les thanatopracteurs peuvent être appelés à traiter ce genre de cas, ils sont tous susceptibles d'être exposés à cette concentration moyenne sur 8 heures. De même, l'étude statistique des valeurs moyennes d'exposition 8 heures montre une distribution lognormale avec une concentration de 0,33 ppm au 95^{e} percentile (dans 95 % des cas, l'exposition sera inférieure à 0,33 ppm)
- Les thanatologues (directeurs de funérailles) vont occasionnellement dans les laboratoires de thanatopraxie. Puisque les concentrations moyennes mesurées dans l'air ambiant sont de l'ordre de 0,1 ppm, on suppose leur exposition moyenne pondérée sur 8 heures inférieure à 0,3 ppm
- Les commis qui font le transport des corps vont dans les laboratoires de thanatopraxie pour de courtes périodes. Puisque les concentrations moyennes mesurées dans l'air ambiant sont de l'ordre de 0,1 ppm, on suppose leur exposition moyenne pondérée sur 8 heures inférieure à 0,3 ppm.

Les hypothèses suivantes ont été utilisées pour bâtir la matrice d'exposition à une valeur plafond :

- Les thanatopracteurs sont exposés à des valeurs instantanées élevées lors de tâches particulières (ex : remplissage d'orifices) et spécifiques (ex : remplissage du réservoir de l'appareil à injection). Pour ces situations, les concentrations instantanées sont supérieures à 2,0 ppm
- Les thanatologues et les commis peuvent aller dans les laboratoires de thanatopraxie pendant un embaumement et être exposés au formaldéhyde présent dans l'environnement de travail. La valeur maximale instantanée mesurée a été de l'ordre de 0,7 ppm.

En 2002, le ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec a dénombré 1014 sites funéraires. Ces sites totalisent 249 salles de thanatopraxie, 321 columbariums, 1286 salles d'exposition et 54 crématoriums (environ 60 fours crématoires en service actuellement). D'après la fédération des coopératives funéraires, la majorité des entreprises possédant une salle de thanatopraxie seraient de petite taille : 200 entreprises ne traiteraient pas plus de 100 corps par an chacune. Les villes de Montréal et de Québec traiteraient environ 30 000 des 54 000 décès de la province (données de l'année 2001).

En 2002, le ministère de la Santé et des Services sociaux indique que 352 permis de travail ont été délivrés pour les thanatologues et 484 pour les thanatopracteurs. Il y a 224 entreprises membres de la Corporation des thanatologues du Québec.

Les matrices d'exposition 8 heures et plafond sont présentées au tableau 4.

Tableau 4 : Distribution des travailleurs de thanatopraxie par plages d'exposition au formaldéhyde

PROFESSION NORMALISÉE	NOMBRE DE TRAVAILLEURS					
	< 0,3 ppm	0,3-0,75 ppm	0,75-1,0 ppm	1,0-2,0 ppm	> 2,0 ppm	TOTAL
VALEUR D'EXPOSITION MOYENNE PONDÉRÉE – 8 HEURES						
Thanatopracteur (embaumeur)		484[1]				484
Thanatologues (directeur de funérailles)	352[2]					352
Commis	Inconnu					Inconnu
VALEUR PLAFOND						
Thanatopracteur (embaumeur)					484[1]	484
Thanatologue (directeur de funérailles)	103	249[2]				352
Commis		Inconnu				Inconnu

[1] Il est possible que certains des 484 détenteurs de permis de thanatopracteur ne fassent jamais de thanatopraxie.
[2] Bien qu'il y ait 352 permis de thanatologues, il n'y a que 249 salles de thanatopraxie d'où l'hypothèse que seulement 249 thanatologues peuvent être exposés au formaldéhyde.
Note : Il est également possible qu'une même personne possède les deux permis.

8. SOURCES D'EXPOSITION

L'exposition des travailleurs de thanatopraxie au formaldéhyde est variable. Elle dépend du nombre de cas traités par jour, de la difficulté des cas, de la durée du travail sur le corps et de la ventilation.

De nombreux facteurs jouent sur l'exposition des travailleurs :

- les paramètres physiques du corps (son état, sa corpulence, ses antécédents médicaux…)
- l'attente qu'il y a entre la mort du patient et la thanatopraxie : plus le défunt est traité rapidement, moins il faudra de produits chimiques
- l'étape de thanatopraxie
- La concentration en formaldéhyde du produit chimique utilisé
- la taille de la salle de thanatopraxie, en particulier le nombre de thanatopracteurs et de tables de travail où des corps peuvent être traités simultanément
- le type et l'importance de la ventilation utilisée (locale vs générale, nombre de changement d'air à l'heure, etc.).

Les résultats des échantillonnages et les observations permettent d'identifier trois sources d'émission de formaldéhyde soit le corps qui subit la thanatopraxie incluant la circulation des liquides sur la table de travail, la préparation de la solution de formaldéhyde et l'appareil à injection contenant cette solution.

Le tableau 5 rapporte les concentrations mesurées pendant les différentes étapes du travail et aux sources d'émission de formaldéhyde

Tableau 5 : Sources d'exposition au formaldéhyde

Salle (ventilation)	Tâches / Sources	Concentration (ppm)	Remarque
Tâches à risque d'exposition au formaldéhyde			
# 1 (extraction)	Injection artérielle	0,2 à 0,8	Cas simple
# 2 (extraction)	Injection artérielle	0,2 à 0,7	Cas simple
# 3 (générale)	Injection artérielle	1,6 à 2,2	Cas de putréfaction
	Injection artérielle	0,2 à 0,4	Cas simple
	Injection artérielle	0,2 à 0,3	Cas simple
	Remplissage de tête	2,0 à 3,7	Autopsie
# 4 (générale)	Injection artérielle	1,3 à 2,6	Cas d'obstruction
	Injection artérielle	0,2 à 0,6	Cas simple
	Injection artérielle	0,2 à 0,5	Cas simple

Salle (ventilation)	Tâches / Sources	Concentration (ppm)	Remarque
	Injection artérielle	0,2 à 1,8	Cas d'oedème
	Injection artérielle	0,2 à 1,9	Autopsie
Sources d'émission de formaldéhyde			
# 1	Réservoir de solution	0,4	
# 2	Réservoir de solution	1,14	
# 3	Réservoir de solution	3 à 6	
# 4	Réservoir de solution	0,2	

9. CORRECTIFS ET PRÉVENTION

Cinq éléments de maîtrise de l'exposition doivent être considérés (10, 16, 17) :

9.1 Substitution de produits ou utilisation de solutions moins concentrées

Il ne semble pas à l'heure actuelle y avoir de produits de substitution disponibles sur le marché québécois. Cependant, il est possible de se procurer des solutions préservatrices contenant de plus faibles concentrations de formaldéhyde. Il faut donc gérer de façon optimale la quantité et la concentration des solutions utilisées.

9.2 Organisation du travail

Différentes modifications de l'aménagement des postes de travail et de l'organisation du travail pourraient être étudiées. A titre d'exemples, mentionnons la possibilité d'installer le corps de façon à ce que le parcours des liquides soit le plus court possible, le confinement des cas difficiles, la séparation physique des tâches de préservation (injection des solutions) et de restauration (soins esthétiques et habillement).

9.3 Ventilation générale

La ventilation des salles de thanatopraxie est relativement simple et s'apparente à ce que l'on retrouve dans les édifices à bureaux : une entrée d'air frais, une sortie d'air vicié ainsi qu'un système de chauffage l'hiver et de climatisation l'été. Un tel système, muni d'un apport d'air frais suffisant, est généralement adéquat pour éviter une accumulation importante de formaldéhyde dans l'air ambiant. Cependant, le nombre de changements d'air requis afin d'assurer une dilution acceptable de la concentration de formaldéhyde dans la zone respiratoire du travailleur serait trop important et engendrerait des coûts prohibitifs de chauffage et de climatisation.

Du point de vue réglementaire, il est spécifié à l'article 47 du règlement d'application sur la Protection de la santé publique : «l'installation doit profiter d'un système de ventilation naturelle ou artificielle suffisant pour y assurer la salubrité ». Dans le Règlement sur la santé et la sécurité du travail, il est spécifié à l'annexe III un taux minimum de 1 changement d'air frais à l'heure si l'on considère qu'il s'agit d'un établissement non spécifique.

9.4 Ventilation locale

Une étude publiée par NIOSH (17) démontre qu'il est plus économique et surtout plus efficace de maîtriser l'exposition des thanatopracteurs par une ventilation locale plutôt que par une ventilation générale.

Deux sources d'émission peuvent être maîtrisées localement. La première est l'appareil à injection dans lequel se fait l'ajout et la préparation des solutions de formaldéhyde. La possibilité d'installer une hotte d'aspiration au-dessus devrait être considérée. La deuxième source est la circulation des liquides sur la table de travail. Des tables dites ventilées sont disponibles sur le marché. L'efficacité de ces tables à capter le formaldéhyde et les conséquences sur l'aménagement et les pratiques de travail doivent cependant être évaluées. Korczynski a réalisé une étude dans ce sens au Manitoba (17a).

9.5 Équipements de protection individuelle (EPI)

Les équipements de protection individuelle visent la protection respiratoire et la protection cutanée. Ils sont portés dans les salles de thanatopraxie et servent à se protéger contre les risques biologiques et chimiques.

Le règlement de l'application de la loi sur la Protection de la santé publique spécifie à l'article 54 que « pour effectuer leur travail, l'embaumeur et le personnel qu'il emploie doivent être munis d'un sarrau imperméable, d'un couvre-chef et de gants de caoutchouc; ces vêtements doivent être lavés après chaque opération. » Il est également possible d'utiliser une combinaison à usage unique et un tablier en plastique jetable.

L'usage de masque de type chirurgical ou anti-odeur de classe FFP2 est répandu mais il n'est pas conçu pour protéger spécifiquement le travailleur du formaldéhyde. Des masques à cartouches spécifiques au formaldéhyde sont disponibles et sont recommandés notamment dans les cas d'exposition élevée (exemple: thanatopraxie d'un corps autopsié).

À cause des effets irritatifs du formaldéhyde, les équipements de protection individuelle doivent protéger les voies respiratoires et les yeux (23).

- Pour des concentrations supérieures à 20 ppm, qui est la concentration de danger immédiat pour la vie et la santé (DIVS), le port d'un appareil respiratoire autonome est obligatoire
- Pour les concentrations de formaldéhyde en deçà de 20 ppm et jusqu'à la valeur admissible, le port d'un masque complet à cartouches filtrantes est recommandé. Selon le facteur de protection nécessaire, un masque complet (facteur de protection de 100) ou un demi-masque (facteur de protection de 10) est utilisé. Si un demi-masque est utilisé, il faut également porter des lunettes protectrices étanches.

10. IMPACTS SUR LA SANTÉ

Afin de déterminer les impacts sur la santé d'un abaissement de la valeur d'exposition admissible au formaldéhyde, il a été nécessaire d'établir la relation entre l'exposition au formaldéhyde dans divers milieux de travail au Québec et l'apparition d'effets sur la santé à partir des données existantes dans la littérature scientifique puis de l'appliquer au secteur concerné.

10.1 Établissement de la relation entre l'exposition et les effets sur la santé

Les effets choisis dans le cadre de cette analyse sont les effets les plus précoces, c'est-à-dire que ce sont les premiers effets à apparaître. Il s'agit donc des effets irritatifs des muqueuses et des voies respiratoires supérieures, principalement les yeux, le nez et la gorge. Les autres effets causés par le formaldéhyde sont décrits en détail dans l'annexe 1 du rapport final, mais ne seront pas abordés dans cette partie.

Après un choix critique de la littérature appropriée à l'aide de critères préétablis et l'extraction des données rapportées dans les différents articles retenus (dont les durées d'exposition varient de 90 secondes à 3 heures), la relation entre l'exposition au formaldéhyde et l'apparition d'effets irritatifs a été établie. L'analyse de l'ensemble de ces données a permis de calculer le pourcentage moyen de réponse attribuable à une exposition au formaldéhyde (pourcentage de travailleurs susceptibles de présenter des irritations) selon le site d'effet irritatif considéré (irritation des yeux, du nez ou de la gorge) et la concentration d'exposition (0 ppm, 0,3 ppm, 0,75 ppm, 1,0 ppm et 2,0 ppm). Les effets ont été catégorisés selon leur sévérité : effet modéré (supportable ou gênant) ou effet sévère. La démarche suivie pour la construction du tableau des résultats est détaillée dans l'annexe 1 du rapport final.

Le tableau 6 présente le pourcentage théorique moyen de personnes susceptibles de présenter des irritations pour les diverses concentrations d'exposition considérées, déterminé à partir de l'ensemble des études de la littérature avec un degré de confiance suffisant pour être retenues et à partir des régressions linéaires effectuées.

Tableau 6: Pourcentage moyen théorique de travailleurs susceptibles de présenter des effets irritatifs modérés ou sévères aux yeux, au nez et à la gorge selon leur exposition au formaldéhyde

Effet considéré	Pourcentage de travailleurs				
	0-–< 0,3 ppm	0,3–0,75 ppm	0,75–1,0 ppm	1,0- <2,0 ppm	≥ 2,0 ppm
Irritation des yeux – effet modéré	0 %	0 %	6,3 %	10,1 %	14,9 %
Irritation des yeux – effet sévère	0 %	0 %	0 %	0,8 %	1,9 %
Irritation du nez – effet modéré	0 %	0 %	1,6 %	4,5 %	12,4 %
Irritation de gorge – effet modéré	0 %	0 %	1,6 %	4,6 %	12,6 %

Ce tableau indique donc que, par exemple, parmi les travailleurs exposés à une concentration en formaldéhyde entre 0,75 ppm et 1,0 ppm, 6,3 % d'entre eux sont susceptibles de présenter des irritations modérées des yeux, aucun ne serait susceptible de présenter des irritations sévères des yeux et 1,6 % d'entre eux pourraient présenter des irritations modérées du nez ou de la gorge.

Cependant, il est à noter que :

- Les classes d'exposition les plus faibles présentent un pourcentage de réponse nul attribuable à l'exposition au formaldéhyde puisque le bruit de fond (fréquence d'apparitions des irritations observées en milieu contrôlé à la concentration zéro) a été retranché (24,25). Tous les pourcentages mentionnés dans le tableau se réfèrent exclusivement aux effets irritatifs attribuables au formaldéhyde
- L'apparition des effets n'est pas reliée à la durée de l'exposition. Les effets apparaissent rapidement après le début de l'exposition, mais ne s'aggravent pas avec le temps. Il ne semble pas y avoir d'effet cumulatif de l'exposition pour les effets irritatifs car les études de la littérature présentent des pourcentages de réponse semblables et des effets de sévérité semblable pour des durées d'exposition variant entre 90 secondes et 3 heures (26)
- Les effets mentionnés dans le tableau sont des effets réversibles et cessent peu de temps après l'arrêt de l'exposition
- La fréquence d'apparition des effets modérés augmente lorsque la concentration d'exposition s'intensifie
- La catégorie "effets modérés" regroupe à la fois les effets modérés supportables et les effets modérés gênants, mais, en majorité, les effets rapportés dans la littérature, dans le cadre d'études contrôlées, pour des concentrations allant jusqu'à 3 ppm sont plutôt supportables que gênants
- Les effets sévères apparaissent pour des concentrations élevées, supérieures à 1 ppm. Ces effets ne se manifestent que pour les yeux, et en très faibles proportions. Ils n'apparaissent pas pour le nez et la gorge pour des concentrations inférieures à 3 ppm
- Les données de la littérature permettent d'estimer le nombre de travailleurs susceptibles de présenter un effet donné, mais ne permettent pas de dire si ce sont les mêmes travailleurs qui auront tendance à présenter les différents symptômes, ou si ce sont des travailleurs différents.

Les données de la littérature montrent que la durée de l'exposition modifie très peu le pourcentage de personnes présentant des symptômes et le degré de sévérité de ces symptômes de type irritatif, du moins pour des expositions allant de 90 secondes à 3 heures à la même concentration. Les pourcentages de réponse ont été appliqués indifféremment aux matrices d'exposition moyenne pondérée et plafonds (se référer à l'annexe 1 du rapport final pour plus de détails). Les durées d'exposition les plus courtes rapportées dans les études de la littérature sont de 90 secondes (26), ce qui est du même ordre que les valeurs plafonds effectivement mesurées par l'instrument à lecture directe soit des moyennes sur une minute.

Ainsi, la relation dose-réponse établie sur la base des données de la littérature (tableau 6) peut être appliquée aux matrices d'exposition du secteur des services funéraires (tableau 7) et permet d'estimer le nombre moyen théorique de travailleurs susceptibles de présenter des effets irritatifs.

10.2 Application de la relation au secteur des services funéraires

Le tableau 7 rapporte le nombre de travailleurs susceptibles de présenter des effets irritatifs en fonction de la concentration d'exposition moyenne pondérée sur 8 heures et plafond.

Tableau 7 : Nombre théorique de travailleurs du secteur des services funéraires susceptibles de présenter des effets irritatifs en fonction de la concentration

	Nombre de travailleurs				
Concentration de formaldéhyde	**0 - < 0,3 ppm**	**0,3 - < 0,75 ppm**	**0,75 - < 1,0 ppm**	**1,0 - < 2,0 ppm**	**≥ 2,0 ppm**
Effet considéré	**VEMP**				
Irritation des yeux – effet modéré	0	0	0	0	0
Irritation des yeux – effet sévère	0	0	0	0	0
Irritation du nez – effet modéré	0	0	0	0	0
Irritation de gorge – effet modéré	0	0	0	0	0
Effet considéré	**PLAFOND**				
Irritation des yeux – effet modéré	0	0	0	0	72
Irritation des yeux – effet sévère	0	0	0	0	9
Irritation du nez – effet modéré	0	0	0	0	60
Irritation de gorge – effet modéré	0	0	0	0	61

Pour l'ensemble des 836 travailleurs de ce secteur, ces résultats signifient que :

- Pour les valeurs VEMP 8 heures :

- Aucun travailleur ne serait susceptible de présenter des effets irritatifs dus à une exposition au formaldéhyde

➢ Pour les valeurs plafonds :

- Le respect de la norme actuelle (2 ppm plafond) permettrait d'éviter des effets irritatifs potentiels modérés aux yeux, au nez et à la gorge pour 60 à 72 travailleurs et des effets irritatifs sévères aux yeux pour 9 travailleurs, en supposant que les travailleurs sont réellement exposés à de telles valeurs
- Puisque aucun travailleur ne serait actuellement exposé à des valeurs plafonds comprises entre 0,75 et 2,0 ppm, aucune irritation ne serait évitée
- Pour des concentrations inférieures à 0,75 ppm, aucun effet irritatif modéré ou sévère ne serait attribuable au formaldéhyde, mais ceci n'exclut pas qu'il pourrait y avoir des effets irritatifs légers. Aucun abaissement de norme d'exposition à des valeurs inférieures à 0,75 ppm ne pourra donc réduire ces effets qui constituent le bruit de fond.

Le nombre de travailleurs susceptibles de présenter des effets irritatifs attribuables à une exposition au formaldéhyde est toujours plus important lorsque l'on considère les valeurs plafonds. L'indicateur d'effet basé sur les valeurs plafonds est, de ce fait, meilleur indicateur que celui basé sur la moyenne puisque le risque est proportionnel à la concentration et non pas à la durée de l'exposition et que la moyenne intègre les courtes périodes d'exposition à des concentrations élevées. Les valeurs plafonds ne sont que des estimés et rien ne permet d'affirmer que les travailleurs sont réellement exposés à de telles valeurs (les valeurs plafonds ne prennent pas en compte l'éventuelle protection respiratoire des travailleurs). Le nombre de personnes susceptibles de présenter des effets est donc compris entre celui déterminé en appliquant les valeurs moyennes et celui déterminé en appliquant les valeurs plafonds, bien que le risque soit sûrement plus proche de celui estimé par les valeurs plafonds.

11. IMPACTS SOCIO-ÉCONOMIQUES

11.1 Coûts potentiels

11.1.1 Substitution ou modification des procédés

La substitution de produits n'apparaît pas comme une option plausible pour réduire l'exposition au formaldéhyde. Cependant, la réduction de la quantité et de la concentration des solutions utilisées est à considérer.

11.1.2 Organisation du travail

L'organisation du travail de thanatopraxie peut réduire l'exposition du thanatopracteur, notamment près des appareils à injection, où les concentrations sont très élevées. L'installation du corps de façon à ce que le parcours des liquides soit le plus court possible contribuerait à diminuer l'exposition. Néanmoins, à cause des diverses manipulations inhérentes au procédé, une telle réorganisation du travail ne peut soustraire complètement le thanatopracteur aux émissions de formaldéhyde.

11.1.3 Ventilation

Considérant les limites de la substitution et de l'organisation du travail pour se conformer à l'abaissement de la valeur d'exposition admissible, l'étude économique a porté sur les trois principaux éléments de maîtrise de l'exposition soit la ventilation générale, la ventilation locale et les équipements de protection individuelle.

L'appendice 1 contient le rapport fait par la firme Beaulier Inc sur l'évaluation des coûts associés à la mise en place d'un système de ventilation. Ce rapport fait part de cinq concepts de ventilation et de leurs coûts de capitalisation à ± 40%. À partir de ce rapport, les coûts ont été calculés pour chaque hypothèse d'abaissement de la valeur d'exposition pour 249 sites de thanatopraxie et 484 thanatopracteurs.

La valeur d'exposition moyenne dans les salles de thanatopraxie se situe actuellement entre 0,3 et 0,75 ppm. Il y aurait donc des coûts associés à un abaissement de la valeur moyenne à 0,3 ppm. Pour s'y conformer, une augmentation de la ventilation générale serait suffisante et les coûts qui y sont associés sont présentés au tableau 8.

Tableau 8: Résumé des coûts de ventilation (modification aux installations) requis pour se conformer à la valeur d'exposition moyenne pondérée

Nombre, site, table[1]	Coûts ($) des modifications / site			
	Valeur d'exposition moyenne pondérée (ppm)			
	0,3	0,75[2]	1,0	2,0
220, 1, 1	2 250			
20, 1, 2	4 500			
9, 1, ≥3	6 750			
Coût de l'abaissement de la valeur moyenne pondérée	645 750			

[1] On suppose: 220 sites de thanatopraxie avec 1 salle et 1 table; 20 sites de thanatopraxie avec 1 salle et 2 tables et 9 sites de thanatopraxie avec 1 salle et 3 tables ou plus. Les coûts d'opération n'ont pas été évalués.

[2] Il n'y aurait aucun coût pour se conformer à ces valeurs

La valeur plafond mesurée dans les salles de thanatopraxie peut dépasser la limite actuelle de 2 ppm. Le tableau 9 résume les coûts de la ventilation générale et de l'utilisation de tables ventilées, pour se conformer à la valeur actuelle et aux autres valeurs proposées. Le tableau 10 donne les coûts d'opération et d'entretien de ces équipements.

Tableau 9 : Résumé des coûts de modification aux installations pour se conformer à la valeur plafond

Nombre, site, table[1]	Coûts ($) des modifications/site[2]			
	Valeur plafond (ppm)			
	0,3	0,75	1,0	2,0
220, 1, 1	51 500	40 900	37 000	25 000
20, 1, 2	103 000	81 800	74 000	50 000
9, 1, ≥3	154 500	122 700	111 000	75 000
Total pour le secteur	14 780 500	11 738 300	10 619 000	7 175 000
Coût de l'abaissement de la valeur plafond[3]	7 605 500	4 563 300	3 444 000	

[1] On suppose: 220 sites de thanatopraxie avec 1 salle et 1 table; 20 sites de thanatopraxie avec 1 salle et 2 tables et 9 sites de thanatopraxie avec 1 salle et 3 tables ou plus. Les coûts d'opération n'ont pas été évalués

[2] Ces coûts incluent le prix de la table ventilée évalué à 19 700 $

[3] Ces coûts proviennent des coûts de la ventilation pour atteindre la valeur plafond ciblée moins les coûts de ventilation pour se conformer à la valeur actuelle de 2,0 ppm.

Tableau 10 : Coûts annuels d'opération et d'entretien des systèmes de ventilation

	Coût annuel d'opération et d'entretien ($) [1-2]			
	0,3	**0,75**	**1,0**	**2,0**
Valeur d'exposition moyenne pondéré (VEMP)				
Par site	225			
Coût total pour le secteur	65 100			
Valeur plafond				
Par site	2 700	1 800	1 475	450 $
Total pour le secteur	780 750	520 500	422 900	130 125
Coût total P pour le secteur[3]	650 625	390 375	292 800	

[1] On suppose: 220 sites de thanatopraxie avec 1 salle et 1 table; 20 sites de thanatopraxie avec 1 salle et 2 tables et 9 sites de thanatopraxie avec 1 salle et 3 tables ou plus.

[2] Pour calculer les coûts d'opération et d'entretien, nous avons utilisé les hypothèses de l'appendice 1 avec les ajouts suivants: pour le nombre de degré-jour par année, nous avons pris la moyenne des valeurs de l'appendice 1 (en excluant les municipalirés de Gagnonville, Shefferville et Inukjuak qui ne semblent pas avoir de maisons funéraires listées par la Corporation des thanatologues du Québec); l'horaire de travail est d'un quart de huit heures, 5 jours/semaine; le rendement thermique d'un feu direct au gaz; l'utilisation d'un ventilateur d'évacuation (1 moteur), en marche 7 heures par jour, 220 jours par année; coût d'électricité à 0,08$/kWh. Nous n'avons pas tenu compte des coûts de refroidissement de l'air.

[3] Ces coûts proviennent des coûts de la ventilation pour atteindre la valeur plafond ciblée moins les coûts de ventilation pour se conformer à la valeur actuelle de 2,0 ppm

11.1.4 Protection respiratoire

Étant donné que certaines modifications aux installations de correction à la source (ventilation) ne sont pas encore validées, des appareils de protection respiratoire devraient être utilisés dans certains cas. En se basant sur les résultats des évaluations en situation réelle de travail, sur la description des sources d'émission et sur les calculs détaillés décrits à l'annexe 2 du rapport global du projet, les hypothèses suivantes permettent d'estimer les coûts de protection respiratoire :

- La concentration mesurée de 3,7 ppm réfère surtout à des corps autopsiés; les concentrations de l'ordre de 1,8 ppm s'appliquent dans des cas spéciaux tels qu'un corps en putréfaction ou un cas difficile; les corps normaux donnent des concentrations de 0,2-0,8 ppm
- Toutes les situations où les thanatopracteurs se penchent au-dessus du patient peuvent donc causer des expositions à des concentrations supérieures à la valeur «plafond» admissible.
- La valeur d'air ambiant à 0,7 ppm doit être réglée par les ventilations locales et générale;

- Les valeurs au-dessus de l'appareil à injection doivent être réglées par les outils de travail (transvasement), l'organisation du travail et la ventilation locale.

La thanatopraxie des corps autopsiés nécessiteraient le port d'un appareil de protection respiratoire ayant un facteur de protection de 100, tandis que toutes les autres situations requerraient un facteur de protection de 10. Deux composantes doivent être pris en considération dans l'évaluation des coûts soit d'une part, l'implantation et l'opération du programme de protection respiratoire et, d'autre part, l'acquisition, l'entretien et la gestion des appareils de protection respiratoire. Tous ces coûts dépendent du nombre de travailleurs qui utiliseraient la protection respiratoire. Si les 484 thanatopracteurs sont susceptibles à un moment ou l'autre de travailler à un cas d'autopsie, les coûts directs et indirects d'implantation et d'opération du programme de protection respiratoire sont donnés au tableau 11.

Dans les 249 salles, le scénario choisi implique que les pièces faciales soient d'usage personnel et que l'usure nécessitera, à chaque année, le remplacement de 25 % des pièces faciales. Si la valeur d'exposition admissible plafond est abaissée à 0,3 ppm, les 484 thanatologues devraient tous porter un appareil de protection respiratoire ayant un facteur de protection de 10 (épuration d'air avec demi-masque) lors d'opérations qui les obligent à se pencher au-dessus du patient, et un facteur de protection de 100 (épuration d'air avec masque complet) dans les cas d'autopsie. Si la valeur plafond est de 0,75, 1,0 ou 2 ppm, les appareils de protection respiratoire avec un facteur de protection de 10, apportent une protection suffisante au travailleur dans tous les cas. Le tableau 11 résume les coûts pour l'acquisition et l'entretien de l'équipement en faisant l'hypothèse qu'un seul appareil à épuration d'air avec masque complet par salle serait approprié.

Tableau 11 : Évaluation des coûts d'abaissement de la valeur plafond reliés à l'utilisation des appareils de protection respiratoire

Situation	Coût direct $ / an		Coût indirect (h/an)	
	Année initiale	Année subséquente	Année initiale	Année subséquente
Programme de protection respiratoire[1-3]				
0,3, 0,75, 1,0 ou 2,0	317 504	48 884	34 848	30 976
Acquisition et entretien de l'équipement[2-3]				
0,3 (FP : 100)	125 263	52 678		
0,3 (FP : 10)	97 728	78 748		
0,75, 1,0 ou 2,0	97 728	78 748		
Total[4]				
0,3 (FP : 100)	125 263	52 678		
0,75 ou 1,0	0	0	0	0

[1] En supposant que les 484 thanatopracteurs soient inscrits au programme

[2] En supposant un seul appareil à épuration d'air avec masque complet par salle soit 249

[3] Le calcul détaillé de ces coûts est donné à l'annexe 1 du rapport global du projet

[4] Ces coûts proviennent des coûts de l'établissement du programme et de l'acquisition et entretien de l'équipement pour atteindre la valeur plafond ciblée moins les coûts pour se conformer à la valeur actuelle de 2,0 ppm.

11.2 Avantages potentiels

La section des impacts sur la santé a identifié des effets potentiels de l'exposition lorsque les valeurs d'exposition admissibles sont inférieures à 2,0 ppm. Étant donné l'absence d'indicateurs ou d'informations sur la durée et la fréquence de temps perdu, sur la diminution de productivité ou sur tout autre effet des irritations, nous avons posé l'hypothèse que chaque incident d'irritation causerait un retrait du travail de 15 minutes. Si ce retrait du poste de travail survenait une fois par semaine pour une des trois irritations, tel que proposé à l'annexe 2 suite à des observations informelles recueillies dans divers milieux de travail, l'abaissement de la valeur plafond à 1,0 ou 0,75 ppm permettrait d'éviter des coûts de 19 825 à 26 325$ (sur la base d'un salaire horaire de 25$), pour les travailleurs actuellement exposés à plus de 2,0 ppm. Pour une concentration d'exposition inférieure à 0,75 ppm, aucun effet irritatif modéré ne serait attribuable au formaldéhyde donc aucun gain pour la santé des travailleurs.

11.3 Détermination d'un seuil d'impact majeur

En résumé, le coût total d'un abaissement de la valeur d'exposition moyenne pondérée de la valeur actuelle se situant entre 0,3 et 0,75 ppm à une valeur réglementée de 0,3 ppm serait dû à une augmentation de la ventilation générale et serait de l'ordre de 645 750 $ pour le secteur plus les frais annuels d'opération et d'entretien évalués à 65 100 $.

Le coût total d'un abaissement de valeur plafond à 1,0, 0,75 et 0,3 ppm serait respectivement de 3 444 000 $, 4 563 300 $ et 7 605 500 $ pour l'élimination à la source par la ventilation qui nécessiterait, toutefois, la confirmation de la validité des tables ventilées. Entre-temps, le coût de la protection respiratoire serait pour une valeur d'exposition plafond de 0,3 ppm de 125 263 $ pour la première année et d'environ 52 678 $ pour les années subséquentes. Les coûts de la protection respiratoire qui résulteraient de l'application stricte des autres valeurs d'exposition admissible de 0,75 et 1,0 ppm seraient les mêmes que pour la valeur plafond actuelle de 2 ppm. Par conséquent, ces frais ne sont pas imputables à l'abaissement éventuel de la valeur d'exposition admissible. Il faut noter cependant que cette situation provient de l'hypothèse selon laquelle tous les thanatopracteurs dans tous les sites peuvent avoir à effectuer des cas d'autopsie. Si le traitement des cas d'autopsie était dédié à un nombre restreint de thanatopracteurs dans des sites spécifiques, la protection respiratoire deviendrait beaucoup moins coûteuse.

Le tableau 12 résume les coûts d'élimination à la source par ventilation et d'utilisation de la protection respiratoire. Il est entendu qu'à mesure que les installations de ventilation réduiront les concentrations de formaldéhyde dans la zone respiratoire des travailleurs, les coûts de la protection respiratoire diminueront.

Tableau 12 : Coûts des modifications de la ventilation et du programme de protection respiratoire pour la thanatopraxie

Coût ($)	0,3 ppm	0,75 ppm	1,0 ppm
Valeur d'exposition moyenne pondérée			
Total	710 850		
An[1]	170 271		
Valeur plafond			
Total	8 434 066	4 953 675	3 736 800
An[1]	1 962 385	1 133 583	853 712

[1] Les coûts de modifications et du PPR ont été annualisés sur 10 ans à un taux de 10 % + le coût d'opération et d'entretien des systèmes de ventilation annualisé sur 10 ans à un taux de10 %. Par exemple : 7 605 500 + 650 625+ 125 263 + 52 678 = 8 434 066 $ au total.
(7 605 500 /6,14) + 650 625 + (125 263 /6,14) + 52 678 = $ 1 962 385 /an

Le tableau 13 donne quelques statistiques sommaires sur l'industrie des services funéraires. En 2001 la marge bénéficiaire au Québec était de 10,4 % soit 26,7 millions de dollars. Ainsi, annuellement, les coûts que doit supporter ce secteur sur 10 ans par rapport à ces bénéfices, représenteraient 7,3 % des bénéfices bruts /an pour 0,3 ppm (valeur plafond), 4,2 % des bénéfices bruts /an pour 0,75 ppm(valeur plafond) et 3,2 % des bénéfices bruts /an pour 1 ppm (valeur plafond). De même pour une valeur d'exposition moyenne pondérée de 0,3 ppm, le coût annuel représenterait 0,64 % des bénéfices bruts /an.

Tableau 13 : Statistiques de l'industrie des services funéraires

Géographie	Statistiques sommaires	1999	2000	2001[1]
Canada	Revenu d'exploitation (Dollars x 1 000 000)[5]	1 213,7	1 187,9	1 335,0
	Dépenses d'exploitation (Dollars x 1 000 000)[6]	1 116,7	1 083,6	1 214,3
	Salaires, traitements et avantages sociaux (Dollars x 1 000 000)[2]	401,8	397,9	418,8
	Marge bénéficiaire d'exploitation (Pourcentage)[3]	8,0	8,8	9,0
	Nombre d'établissements actifs (unités)[4]	1 673	1 524	2 051
Québec	Revenu d'exploitation (Dollars x 1 000 000)[5]	273,4	255,2	257,4
	Dépenses d'exploitation (Dollars x 1 000 000)[6]	218,5	219,1	230,7
	Salaires, traitements et avantages sociaux (Dollars x 1 000 000)[2]	63,2	69,3	65,6
	Marge bénéficiaire d'exploitation (Pourcentage)[3]	20,1	14,1	10,4

Géographie	Statistiques sommaires	1999	2000	2001[1]
	Nombre d'établissements actifs (unités)[4]	417	412	502

Source : Statistique Canada, tableau 359-0001 (22)

[1]Les estimations pour l'année la plus récente sont des résultats préliminaires. Les données préliminaires sont susceptibles d'être révisées. Les chiffres ayant été arrondis, les totaux peuvent ne pas correspondre (s'il y a lieu).

[2]La catégorie salaires, traitements et avantages sociaux comprend les payes de vacances et les commissions de tous les employés pour qui un feuillet T4 a été rempli. Cette catégorie comprend aussi, entre autres, la part des avantages sociaux versée par l'employeur pour le Régime de pensions du Canada/Régime des rentes du Québec et les cotisations d'assurance-emploi. Les salaires et les traitements ne comprennent pas les dividendes versés aux propriétaires actifs et ne comprennent pas la rémunération des propriétaires des entreprises non constituées en société : c'est pourquoi le niveau relatif des salaires, traitements et avantages sociaux sera moins élevé dans les industries où les entreprises non constituées en société sont des contributeurs importants.

[3]La marge bénéficiaire d'exploitation est calculée comme suit : le revenu d'exploitation moins les dépenses d'exploitation, le tout exprimé en pourcentage du revenu d'exploitation. Cette donnée dérivée ne comprend pas l'impôt sur le revenu des corporations payé par les entreprises constituées en société et l'impôt sur le revenu des particuliers payé par les entreprises non constituées en société. Pour les entreprises non constituées en société, la marge bénéficiaire d'exploitation comprend la rémunération non payée aux associés et aux propriétaires qui n'est pas enregistrée comme salaires, traitements et avantages sociaux. C'est pourquoi l'estimation des bénéfices sera plus élevée dans les industries où les entreprises non constituées en société sont les contributeurs importants. Veuillez noter que, avant l'année de référence 2000, on tenait compte de la marge bénéficiaire totale plutôt que de la marge bénéficiaire d'exploitation. La tendance entre 1999 et 2000 pourrait donc être légèrement faussée.

[4]Un établissement statistique actif est l'entité de production ou le plus petit groupe d'entités de production qui produit un ensemble de biens et/ou de services homogènes, dont les activités ne débordent pas les frontières provinciales et qui est en mesure de fournir des données sur la valeur de la production ainsi que le coût des principaux produits intermédiaires utilisés et sur le coût et l'importance de la main-d'oeuvre affectée à la production.

[5]Le revenu d'exploitation exclut les revenus de placements, les gains en capital, les gains extraordinaires et les autres montants qui ne sont pas de nature répétitive. Veuillez noter que, avant l'année de référence 2000, on tenait compte du total des revenus plutôt que des revenus d'exploitation. La tendance entre 1999 et 2000 pourrait donc être légèrement faussée.

6Les dépenses d'exploitation excluent les valeurs non encaissables, les pertes en capital, les pertes extraordinaires, l'intérêt sur les emprunts et les autres montants qui ne sont pas de nature répétitive. Veuillez noter que, avant l'année de référence 2000, on tenait compte des dépenses totales plutôt que des dépenses d'exploitation. La tendance entre 1999 et 2000 pourrait donc être légèrement faussée.

12. CONCLUSIONS

Les principales conclusions de l'étude de l'exposition au formaldéhyde des travailleurs de l'industrie des services funéraires sont :

- Les travailleurs oeuvrant dans les salles de thanatopraxie sont susceptibles d'être exposés au formaldéhyde, notamment les thanatopracteurs

- Autant les données de la littérature que les mesures prises dans les salles de thanatopraxie montrent que l'exposition moyenne pondérée sur 8 heures se situe entre 0,3 et 0,75 ppm pour les thanatopracteurs et est inférieure à 0,3 ppm pour les thanatologues et les commis

- Les mesures dans les salles de thanatopraxie ont montré que les valeurs d'exposition plafond dépassent la valeur de 2,0 ppm lors de l'exécution de certaines tâches et dans certains cas spécifiques tels que le traitement de corps autopsiés

- L'exposition, telle que mesurée à partir des données prises sur le terrain et corroborées par la littérature scientifique, répartit le nombre des travailleurs dans la matrice secteur d'activité économique/exposition, de la façon suivante :

VEA (ppm)	<0,3	0,3-0,75	0,75-1,0	1,0-2,0	>2,0
Exposition moyenne pondérée	352	484	0	0	0
Plafond	103	249	0	0	484

- Le corps à traiter, la préparation de la solution de formaldéhyde et l'appareil à injection sont les sources d'émission de formaldéhyde

- Les principaux déterminants de l'exposition sont les paramètres physiques du corps (état, corpulence, antécédents médicaux), le délai entre la mort du patient et la thanatopraxie, l'étape de thanatopraxie, la concentration en formaldéhyde du produit chimique utilisé, le nombre de corps traités simultanément, le type et l'efficacité de la ventilation utilisée

- La valeur actuelle d'exposition moyenne pondérée se situant entre 0,3 et 0,75 ppm, aucun travailleur ne serait susceptible de présenter des effets irritatifs dus à une exposition au formaldéhyde L'abaissement de cette valeur à une valeur réglementée de 0,3 ppm serait possible par l'augmentation de la ventilation générale et serait de l'ordre de $ 170 271 par an soit 0,64 % de la marge brute d'exploitation pour le secteur

- Le respect de la norme actuelle (2 ppm plafond) permettrait d'éviter des effets irritatifs potentiels modérés aux yeux, au nez et à la gorge pour 60 à 72 travailleurs et des effets irritatifs sévères aux yeux pour 9 travailleurs, en supposant que les travailleurs sont réellement exposés à de telles valeurs. Puisque aucun travailleur ne serait actuellement exposé à des valeurs plafonds comprises entre 0,75 et 2,0 ppm, aucune irritation ne serait évitée. Pour des concentrations inférieures à 0,75 ppm, aucun effet irritatif modéré ou sévère ne serait attribuable au formaldéhyde

- L'abaissement de la concentration d'exposition plafond à 1,0, 0,75 et 0,3 ppm exigerait de la ventilation locale (table ventilée), une augmentation de la ventilation générale et le port d'équipements de protection respiratoire. Ce qui générerait des coûts annuels de 853 712 à 1 962 385 $ soit 3,2 % à 7,3 % de la marge brute d'exploitation annuelle. Bien que ces coûts soient ceux associés à la conformité à la norme actuelle, ils ont été utilisés pour évaluer l'impact d'un abaissement de norme

- Les données sur l'industrie funéraire d'après Statistique Canada, soulignent la baisse de la marge bénéficiaire entre 1999 et 2001 (de 20,1 % à 10,4 %), au Québec. De ce fait on peut supposer que les coûts d'élimination à la source par ventilation et protection respiratoire, pourraient être assez conséquents pour l'industrie, surtout si la valeur d'exposition admissible est en valeur plafond. Cette charge économique est d'autant plus importante que la valeur admissible diminue; l'abaissement à une valeur limite plafond de 0,3 ppm est sans contredit la plus contraignante économiquement. Il faut également noter que l'efficacité des correctifs a atteindre 0,3 ppm doit être démontrée.

13. RÉFÉRENCES

1. Perrault G., Goyer N., Hébert F., Duguay P., Ostiguy C., Truchon G., Baril M., Gratton L., Arcan R., Gérin M., Bégin D., Bonvalot Y., Carrier G., Lefebvre P.et Pallage S. : Étude préliminaire sur l'évaluation de l'impact d'un abaissement des valeurs d'exposition admissibles pour le formaldéhyde. Rapport R-257, IRSST. (2000).
2. Bureau de la statistique du Québec : Classification des activités économiques du Québec (CAEQ), Les Publications du Québec. (1984).
3. Statistique Canada : Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN) : Canada 1997. Statistique Canada, Division des normes, Ottawa. (1998).
4. Interview de Monsieur André Lépine, responsable de la formation en thanatopraxie au collège de Rosemont de Montréal. (Avril 2002).
5. Interview de Monsieur Claude Couture, responsable des dossiers funéraires au ministère de la Santé et des Services sociaux. Régie régionale de Québec. (Avril 2002).
6. Sites Internet :
   (a) Corporation des thanatologues du Québec www.corpothanato.com
   (b) Fédération des coopératives funéraires du Québec www.fcfq.qc.ca/marche.htm
   (c) Institut de la statistique du Québec www.stat.gouv.qc.ca
   (d) Statistique du Canada. http://www.statcan.ca
7. Bennett J.S., Feigley C.E. and Underhill D.W.: Estimating the Contribution of Individual Work Tasks to Room Concentration : Method Applied to Embalming. Am Ind Hyg Assoc J 57:599 – 609. (1996).
8. Fiches signalétiques de produits chimiques d'embaumement des fournisseurs : Dodge, Esco, JCR, Eckels et Medleg (2002).
9. Hiipakka D.W., Dyrdahl K.S. and Cardenas M.G.: Successful Reduction of Morticians' Exposure to Formaldehyde during Embalming Procedures. Am Ind Hyg Assoc J 62 (6): 689 – 696. (2001)
10. Mao C. and Woskie : Formaldehyde Use Reduction in Mortuaries. The Toxics Use Reduction Institute ; University of Massachusetts Lowell. Technical report n°24. (1994).
11. International Agency for research on Cancer (IARC) : IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 62. Wood Dust and Formaldehyde. Lyon, France, p. 238. (1995).
12. Kerfoot E. J. and Mooney T.F. : Formaldehyde and Paraformaldehyde Study in Funeral Homes. Am Ind Hyg Assoc J 36:533-537. (1975).
13. Moore L.L. and Ogrodnik E.C. : Occupational Exposure to Formaldehyde in Mortuaries. J Environmental Health 49 : 32-35. (1984).

14. Williams T.M., Levine R.J. and Blunden P. : Exposure of Embalmers to Formaldehyde and other Chemicals. Am Ind Hyg Assoc J 45:172-176. (1984).

15. Stewart P.A., Herrick R.F., Fergley C.E., Utterback D.P., Hornung R., Mahar H., Hayes R., Douthit D.E. and Blair A. : Study Design for Assessing Exposure of Embalmers for a Case-control Study. Part 1 : Monitoring Results. Appl Occup Environ Health 7:532-540. (1992).

16. Korczynski R.E.: Formaldehyde Exposure in the Funeral Industry. Appl. Occup. Environ. Hyg. 9(8): 575 – 579. (1994).

17. Gressel M.G and Hughes R.T. : Effective Local Exhaust Ventilation for Controlling Formaldehyde Exposures during Embalming. Appl. Occup. Environ. Hyg 7(12) 840-845. (1992).

18. Korczynski R.E. : Effectiveness of Downdraft Ventilation in Morgues. Applied Occupational and Environmental Hygiene 11(1):5-8. (1996)

19. Holness D.L. and Nethercott J.R. : Health Status of Funeral Service Workers Exposed to Formaldehyde. Arch Environ Health 44:222-228. (1989).

20. IRSST, Direction des Opérations : Guide technique : Guide d'échantillonnage des contaminants de l'air en milieu de travail, 7e édition. (2000).

21. IRSST, Direction des Opérations : Analyse du formaldéhyde dans l'air – méthode 295-1 (1995) ; Étalonnage d'un instrument à lecture directe ayant un système de détection par spectroscopie photoacoustique infrarouge - Méthode 39-A (2000).

22. Rotermann M. : L'industrie Canadienne des services funéraires dans les années 90.- Série d'études analytiques ; numéro 35, Statistique Canada. (2001).

23. Lara J. et Venne M. : Guide pratique de protection respiratoire. Rapport R-319, IRSST. 2002.

24. Kulle T.J., Sauder L.R., Hebel J.R. and Green D.J. : "Formaldehyde Dose-response in Healthy Nonsmokers." JAPCA 37: 919-924. (1987).

25. Weber-Tschopp A., Fischer T. and Grandjean E.: "Irritating Effects of Formaldehyde on Men." International Archives of Occupational and Environmental Health 39: 207-218. (1977).

26. Witek T.J., Schachter E.N., Tosun T. and Leaderer B.P. : "An Evalutation of Respiratory Effects Following Exposure to 2.0 ppm Formaldehyde in Asthmatics: Lung Function, Symptoms, and Airway Reactivity." Archives of Environmental Health 42(4): 230-237. (1987).

14. APPENDICE 1 : ESTIMATION DES COÛTS DE VENTILATION

IRSST

Salles de thanatopraxie
Diminution des concentrations de formaldéhyde
Estimation des coûts de ventilation

Beaulier inc., dossier 3909

27 janvier 2003

L'original de ce document est signé et scellé par
Maurice Beaudet, membre numéro 16741
de l'Ordre des ingénieurs du Québec

Alain Turcotte, ing.

Maurice Beaudet, ing.

TABLE DES MATIÈRES

1.0 Mandat **36**
2.0 MÉthodologie **36**
3.0 Concepts de ventilation **36**
3.1 Concept A – VEMP 0.3 36
3.1.1 Coût de capitalisation ±40% 37
3.2 Concept B – P2 37
3.2.1 Coût de capitalisation ±40% 38
3.3 Concept C – P1 38
3.3.1 Coût de capitalisation ±40% 39
3.4 Concept D – P0.75 39
3.4.1 Coût de capitalisation ±40% 40
3.5 Concept E – P0.3 40
3.5.1 Coût de capitalisation ±40% 41

1.0 Mandat

Dans le but de prendre une décision éclairée sur l'opportunité de diminuer la valeur légale de la concentration permise de formaldéhyde on désire connaître l'impact économique dans les milieux où ce contaminant est présent.

La présente étude a pour objectif d'établir le coût approximatif de la ventilation requise pour maintenir la concentration de formaldéhyde en dessous de valeurs cibles dans la zone respiratoire des thanatopracteurs en exercice pendant la thanatopraxie des cadavres.

2.0 Méthodologie

La méthodologie utilisée est comme suit:

1. Établir les concepts théoriques de ventilation selon les concentrations de formaldéhyde à ne pas dépasser;
2. Déterminer les débits requis pour chacun des concepts;
3. Faire des schémas conceptuels de chacun des concepts de ventilation;
4. Déterminer le coût de capitalisation à ±40% pour chaque concept en $/(Table);
5. Produire un rapport.

3.0 Concepts de ventilation

3.1 Concept A – VEMP 0.3

Le concept A consiste en une ventilation générale avec climatisation de l'ambiant et prise d'air fixe. Cette ventilation permet de maintenir une concentration de formaldéhyde sous la valeur d'exposition moyenne pondérée (VEMP) de 0.3 ppm dans la zone respiratoire du thanatopracteur en exercice dans la salle de thanatopraxie.

La figure 3.1 montre, schématiquement, l'agencement et les débits requis.

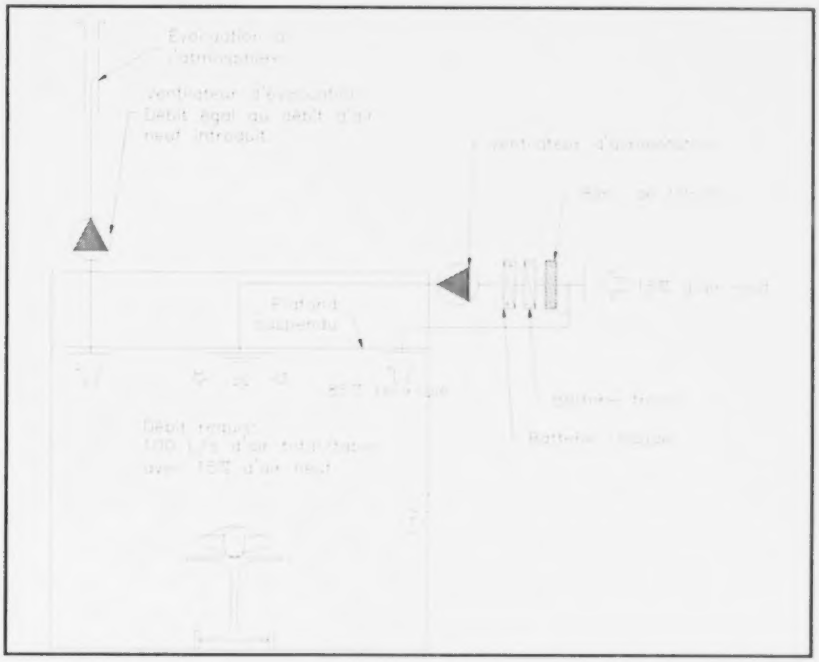


Figure 3.1 – Ventilation générale

3.1.1 Coût de capitalisation ±40%

Le coût de capitalisation pour ce type de ventilation serait de:

$$C=2250\ \frac{\$}{Table}$$

3.2 Concept B – P2

Le concept B consiste en une ventilation générale avec air conditionné et diffusion étudiée pour produire un déplacement quasi vertical.

Cette ventilation permet de maintenir une concentration de formaldéhyde sous la valeur plafond de 2.0 ppm dans la zone respiratoire du thanatopracteur debout près du cadavre.

La figure 3.2 montre, schématiquement, l'agencement et les débits requis.

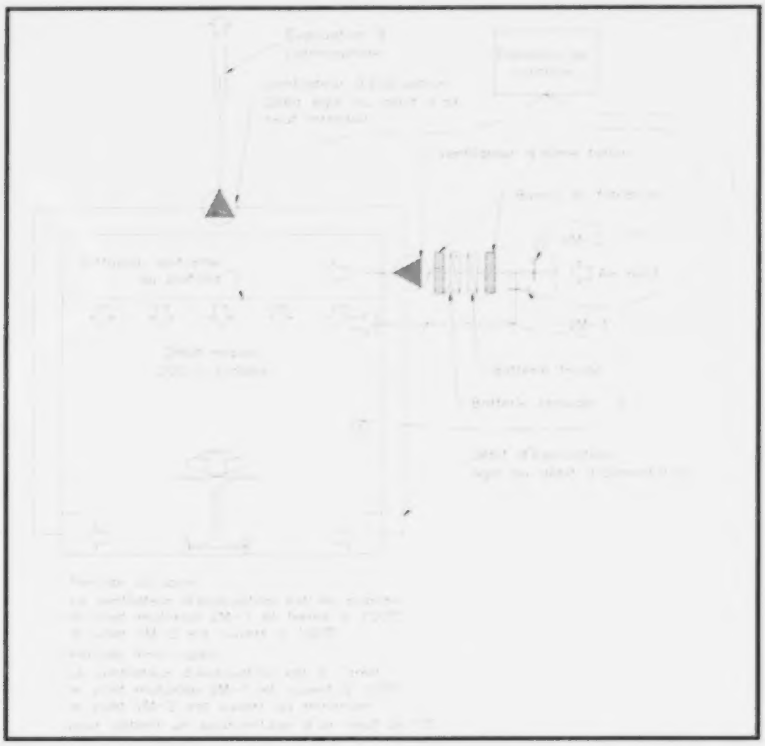


Figure 3.2 Ventilation par déplacement

3.2.1 Coût de capitalisation ±40%

Le coût de capitalisation pour ce type de ventilation serait de:

$$C=5300\ \frac{\$}{Table}$$

3.3 Concept C – P1

Le concept C consiste en une ventilation locale à l'injection dans le cadavre (150 L/s), à la réserve de formaldéhyde (150 L/s) ainsi qu'à partir de la table ventilée NIOSH HC26 (350 L/s), plus le système de ventilation générale prévu dans le concept A.

Cette ventilation permet de maintenir une concentration de formaldéhyde sous la valeur plafond de 1.0 ppm dans la zone respiratoire du thanatopracteur debout près du cadavre.

La figure 3.3 montre, schématiquement, l'agencement et les débits requis.

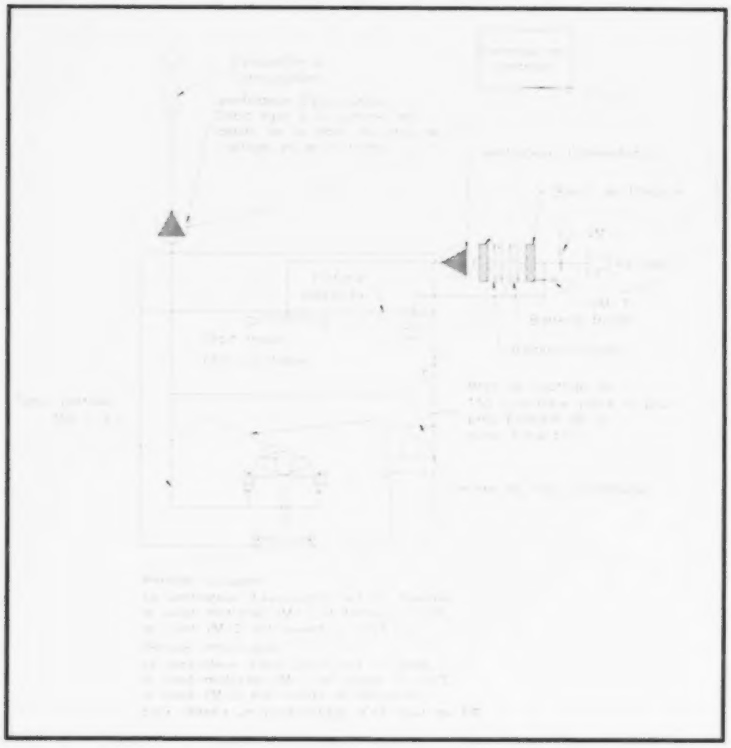


Figure 3.3 – Ventilation locale et générale

3.3.1 Coût de capitalisation ±40%

Le coût de capitalisation pour ce type de ventilation serait de:

$$C=17300\ \frac{\$}{Table}$$

3.4 Concept D – P0.75

Le concept D consiste en une ventilation locale à l'injection (150 L/s), à la réserve (150 L/s) ainsi qu'à partir de la table ventilée NIOSH HC26 (500 L/s), plus le système de ventilation générale prévu en A.

Cette ventilation permet de maintenir une concentration de formaldéhyde sous la valeur plafond de 0.75 ppm dans la zone respiratoire du thanatopracteu debout près du cadavre.

La figure 3.4 montre, schématiquement, l'agencement et les débits requis.

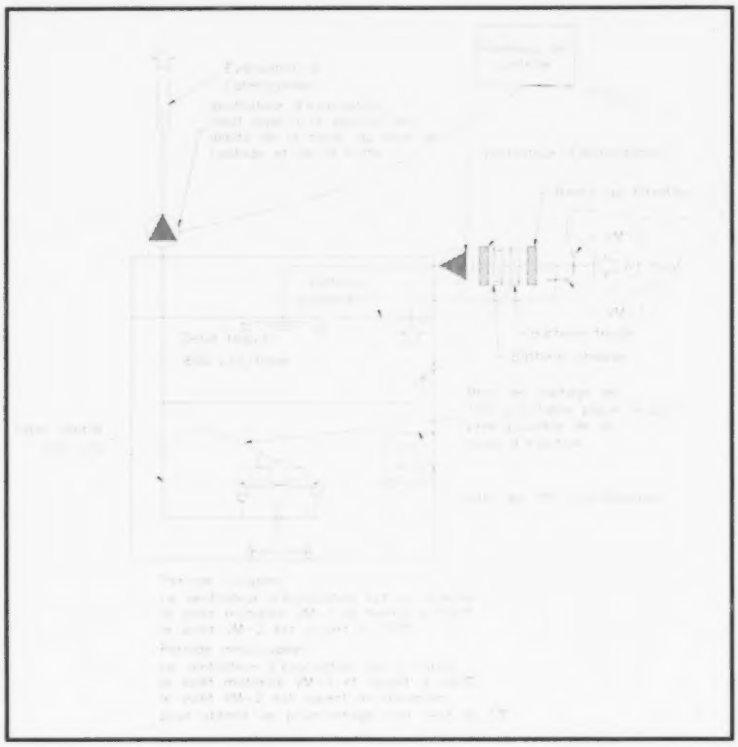


Figure 3.4 – Ventilation locale et générale

3.4.1 Coût de capitalisation ±40%

Le coût de capitalisation pour ce type de ventilation serait de:

$$C=21200\ \frac{\$}{Table}$$

3.5 Concept E – P0.3

Le concept E consiste en une ventilation locale à l'injection (150 L/s), à la réserve (150 L/s) ainsi qu'à partir de la table ventilée NIOSH HC26 (600 L/s), et une ventilation par déplacement dans chaque cubicule entourant la table de travail pour créer une ventilation par déplacement vertical descendant d'environ 0,20 m/s, plus un système de climatisation avec diffusion étudiée pour ne pas nuire.

Cette ventilation permet de maintenir une concentration de formaldéhyde sous la valeur plafond de 0.3 ppm dans la zone respiratoire du thanatopracteur debout près du cadavre.

La figure 3.5 montre, schématiquement, l'agencement et les débits requis.

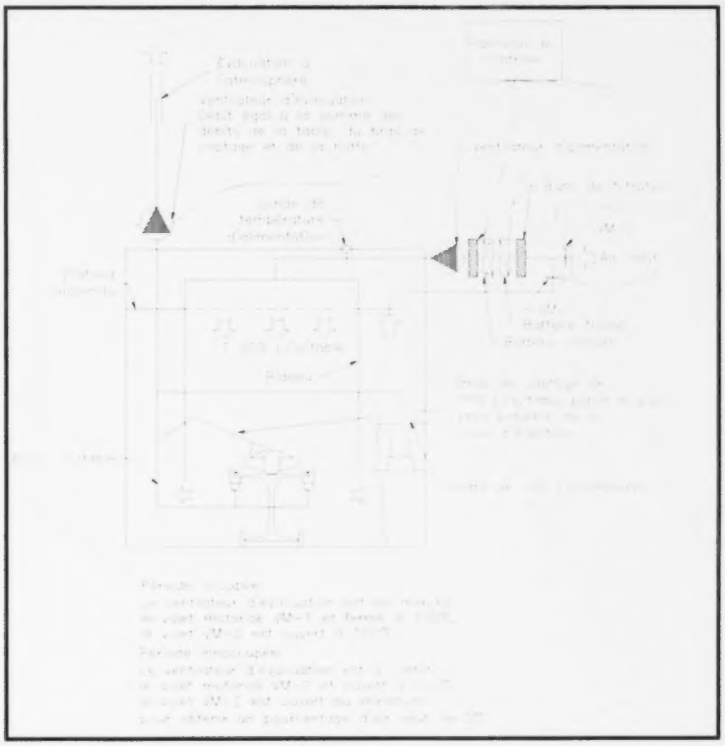


Figure 3.5 – Ventilation locale et générale

3.5.1 Coût de capitalisation ±40%

Le coût de capitalisation pour ce type de ventilation serait de:

$$C=31800 \ \frac{\$}{Table}$$

Tableau 3.1 – Sommaires des concepts de ventilation et coûts

Repère	Exposition (ppm[1])	Ventilation	Coût ±40% ($/table)*
A	VEMP[2]0,3	Ventilation générale (100 L/s/table) – air conditionné avec prise d'air fixe à 15%.	2 250
B	P[3]2	Ventilation générale - air conditionné - avec diffusion étudiée pour produire un déplacement quasi vertical. Débit de 200 L/s/table.	5 300
C	P1	Ventilations locales proche à l'injection (150 L/s) et à la réserve (150 L/s). Table ventilée localement NIOSH HC26 avec 350 L/s, plus le système de ventilation générale prévu en A pour un débit total d'alimentation de 650 L/s/table.	17 300
D	P0,75	Ventilations locales proche à l'injection (150 L/s) et à la réserve (150 L/s). Table ventilée localement NIOSH HC26 avec 500 L/s, plus le système de ventilation générale prévu en A pour un débit total d'alimentation de 800 L/s/table.	21 200
E	P0,30	Ventilations locales proche à l'injection (150 L/s) et à la réserve (150 L/s). Table ventilée localement NIOSH HC26 avec 600 L/s avec ventilation par déplacement dans cubicule entourant la table de travail avec ventilation déplacement vertical descendant d'environ 0,20 m/s, plus système de climatisation en A pour un débit total d'alimentation de 1 200 01L/s/table.	31 800

[1] ppm: Partie par million
[2] VEMP: Valeur d'exposition moyenne pondérée – Zone respiratoire du thanatopracteur en exercice dans la salle de thanatopraxie
[3] P: Valeur plafond – Zone respiratoire du thanatopracteur en position debout près du cadavre
* N'inclut pas le coût de la table